

## TITLE OF THE INVENTION

磁気ヘッド装置の製造方法及び製造装置、並びに磁気ヘッド装置 (MANUFACTURING METHOD AND APPARATUS OF MAGNETIC HEAD DEVICE, AND MAGNETIC HEAD DEVICE)

## BACKGROUND OF THE INVENTION

### Field of the Invention

本発明は、磁気ヘッド装置の製造方法及び製造装置、並びに磁気ヘッド装置に関し、特に、少なくとも1つの書込み磁気ヘッド素子及び／又は読出し磁気ヘッド素子を有する浮上型磁気ヘッドスライダやマイクロアクチュエータなどを備えた磁気ヘッド装置の製造方法及び製造装置、並びに磁気ヘッド装置に関する。

### Description of the Related Art

磁気ディスクドライブ装置における浮上型の磁気ヘッド装置の実施態様としては、磁気ヘッドスライダをサスペンションに取り付けてなるヘッドジンバルアセンブリ (HGA)、HGAを支持アームに取り付けてなるヘッドアームアセンブリ (HAA)、及び複数のHAAをスタックしてなるヘッドスタックアセンブリ (HSA) の3つがある。

一般的なHGAは、磁気ヘッドスライダとサスペンションとを樹脂接着剤によって固着し、磁気ヘッドスライダに設けられた端子パッドとサスペンションに支持されているリード導体の接続パッドとを半田によって電氣的に接続した構造を有している。この場合、磁気ヘッドスライダとサスペンションとは、樹脂接着剤及び半田の両方によって固着されることとなる (例えば、特開2002-050017号公報)。

磁気ヘッドスライダの端子パッドとサスペンションのリード導体とを電氣的に接続する方法及び磁気ヘッドスライダを再利用するべくサスペンションから取り外す方法として、半田リフロー法がある。半田リフロー法は、接着強度を大きく取れるため、最も一般的に使用されており、特にHGAにおいては、レーザビームを利用して半田を熔融するレーザリフロー法が提案されている (例えば、特開2002-050017号公報及び米国特許第5828031号)。

米国特許第5828031号には、磁気ヘッドスライダの端子パッドとサスペンションのリード接続パッドとに接触するように毛細管を利用して半田ボールを配置し、これら半田ボールに毛細管を通して供給されるレーザビームを照射することにより半田リフローを発生させて接合するレーザリフロー方法が記載されている。

しかしながら、上述した特開2002-050017号公報及び米国特許第5828031号に記載の公知方法では、半田ボールを接続する際に端子パッドとサスペンションのリード接続パッドとに半田の濡れ性を確保していないので、電氣的接続の信頼性が低下してしまうという問題があった。

さらに、パッドの半田濡れ性を確保するために全体のプレヒーティングを行うと、そのプレヒーティングによって生じる熱が、特にGMR (巨大磁気抵抗効果) 素子を有する磁気ヘッドスライダ等に熱的ダメージを与えてしまうという問題があった。

また、前述したように、HGAでは、磁気ヘッドスライダとサスペンションとの固着に半田と樹脂接着剤とを用いているため、固着又は取り外しの半田リフロー時に、磁気ヘッ

ドスライダと接着樹脂との熱膨張係数の差異から磁気ヘッドスライダが形状変化して浮上特性が悪化するという問題があった。

#### BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

従って、本発明は、上述した問題を解決するためになされたものであり、磁気ヘッドスライダの端子パッドとサスペンションのリード接続パッドとの電氣的接続の信頼性を向上することが可能な磁気ヘッド装置の製造方法及び製造装置を提供することを目的としている。

本発明の他の目的は、半田リフロー時に磁気ヘッドスライダに与える形状変化やダメージを軽減できる磁気ヘッド装置を提供することにある。

本発明によれば、磁気ヘッドスライダの端子パッドと磁気ヘッドスライダと電氣的に接続する配線部材の接続パッドとにレーザを照射するプレヒーティングステップと、プレヒーティング中又はプレヒーティング後に、端子パッドと接続パッドとを接続する導電性金属材料を供給する供給ステップと、導電性金属材料にレーザを照射して端子パッドと接続パッドとを金属溶融結合する結合ステップとを備えた磁気ヘッド装置の製造方法が提供される。

プレヒーティングにより端子パッドと接続パッドとをレーザビームで照射して暖めている。このため、磁気ヘッドスライダ本体に熱的形状変化やダメージを与えることがなく、しかも、磁気ヘッドスライダの端子パッドとサスペンションのリード接続パッドとの半田の濡れ性を確保できるのでこれら端子パッドと接続パッドとの電氣的及び機械的接続の信頼性を向上させることができる。

プレヒーティングステップでは、導電性金属材料の接続に対する濡れ性を確保するように照射エネルギーを制御したレーザを用いることが好ましい。

プレヒーティングステップでは、照射する時間の経過に対して低エネルギー状態から高エネルギー状態に照射エネルギーを段階的に制御したレーザを用いることも好ましい。

プレヒーティングステップでは、磁気ヘッドスライダの磁気ヘッド素子の温度が150℃を超えないように照射エネルギーを制御したレーザを用いることも好ましい。

供給ステップでは、少なくとも端子パッド及び接続パッドのいずれか一方に接触するように、導電性金属材料を載せるか又は吹付けるかにより、この導電性金属材料を供給することが好ましい。

供給ステップでは、導電性金属材料として、半田、コアを内部に有する半田、銀又は金を供給することがより好ましい。

プレヒーティングステップが、磁気ヘッドスライダに形成されたダミー端子パッドとこのダミー端子パッドと接続するダミー接続パッドとをプレヒーティングするステップをさらに含んでおり、供給ステップが、ダミー端子パッドとダミー接続パッドとを接合する導電性金属材料を供給するステップをさらに含んでおり、結合ステップが、導電性金属材料にレーザを照射してダミー端子パッドとダミー接続パッドとを金属溶融結合するステップをさらに含んでいることも好ましい。

本発明によれば、さらに、磁気ヘッドスライダの端子パッドとこの磁気ヘッドスライダと電氣的に接続する配線部材の接続パッドとにレーザを照射するプレヒーティング手段と、

プレヒーティング中又はプレヒーティング後に、端子パッドと接続パッドとを接続する導電性金属材料を供給する供給手段と、導電性金属材料にレーザを照射して端子パッドと接続パッドとを金属熔融結合する結合手段とを備えた磁気ヘッド装置の製造装置が提供される。

プレヒーティング手段により複数の端子パッドと複数の接続パッドとをレーザビームで照射して暖めている。このため、磁気ヘッドスライダ本体に熱的形狀変化やダメージを与えることがなく、しかも、磁気ヘッドスライダの端子パッドとサスペンションのリード接続パッドとの半田の濡れ性を確保できるのでこれら端子パッドと接続パッドとの電氣的及び機械的接続の信頼性を向上させることができる。

プレヒーティング手段が、導電性金属材料の接続に対する濡れ性を確保するように照射エネルギーを制御したレーザを用いることが好ましい。

プレヒーティング手段が、照射する時間の経過に対して低エネルギー状態から高エネルギー状態に照射エネルギーを段階的に制御したレーザを用いることも好ましい。

プレヒーティング手段が、磁気ヘッドスライダの磁気ヘッド素子の温度が150℃を超えないように照射エネルギーを制御したレーザを用いることも好ましい。

供給手段は、少なくとも端子パッド及び接続パッドのいずれか一方に接触するように、導電性金属材料を載せるか又は吹付けるかにより、導電性金属材料を供給することが好ましい。

供給手段は、導電性金属材料として、半田、コアを内部に有する半田、銀又は金を供給することがより好ましい。

プレヒーティング手段が、磁気ヘッドスライダに形成されたダミー端子パッドとダミー端子パッドと接続するダミー接続パッドとをプレヒーティングする手段をさらに含んでおり、供給手段が、ダミー端子パッドとダミー接続パッドとを接合する導電性金属材料を供給する手段をさらに含んでおり、結合手段が、導電性金属材料にレーザを照射してダミー端子パッドとダミー接続パッドとを金属熔融結合する手段をさらに含んでいることも好ましい。

本発明によれば、さらにまた、磁気ヘッド素子及びこの磁気ヘッド素子に電氣的に接続された端子パッドを有する磁気ヘッドスライダと、磁気ヘッドスライダを支持するサスペンションと、サスペンションに固着されており、磁気ヘッド素子に電氣的に接続される接続パッドを有する配線部材とを備えた磁気ヘッド装置であって、記磁気ヘッドスライダに設けられた少なくとも1つのダミー端子パッドと、サスペンション上又は配線部材上に設けられた少なくとも1つのダミー接続パッドと、ダミー端子パッドとダミー接続パッドとを接続する接続手段とを備えた磁気ヘッド装置が提供される。

磁気ヘッドスライダとサスペンションとの固着にダミーパッド間接続を用いているため、接着剤を用いた場合のように、接着樹脂とスライダ材料との熱膨張率との差で磁気ヘッドスライダが形状変化して浮上特性が悪化することを防止することができる。

接続手段が、導電性がある金属の熔融結合であるか、又は半田熔融結合であることが好ましい。

ダミー端子パッドが、磁気ヘッドスライダの複数の端子パッドが形成されている側とは反対側に形成されていることも好ましい。

本発明の他の目的及び効果は、添付図面で説明される本発明の好ましい実施態様に関する以下の記載から明らかとなるであろう。

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE SEVERAL VIEWS OF THE DRAWINGS

図 1 は、本発明の一実施形態として HGA をスライダ装着側から見た平面図である；

図 2 は、図 1 の HGA を反対側から見た平面図である；

図 3 は、図 1 及び 2 の HGA の先端部を拡大して示した側面図である；

図 4 は、図 1 の実施形態の HGA を支持アームに取り付けて構成される HAA をスライダ装着側とは反対側から見た平面図である；

図 5 は、図 4 の HAA の側面図である；

図 6 は、図 4 及び 5 に示した HAA が複数スタックされた構造を有する HSA スライダ装着側とは反対側から見た平面図である；

図 7 は、図 6 の HSA の側面図である；

図 8 は、図 1 の実施形態に係る HGA の製造に用いられる製造装置の概略的な構成を示す側面図である；

図 9 は、図 8 の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図 10 は、図 8 の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図 11 は、図 8 の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図 12 は、図 8 の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図 13 は、プレヒーティングからヒーティング及び半田ボール供給までのタイミングを説明するためのタイミングチャートである；

図 14 は、プレヒーティング、ヒーティング及びその後のアニーリングにおけるレーザの出力制御の一実施例を説明する図である；

図 15 は、図 9 ～ 12 の製造プロセスの変更態様として、半田ボールを供給する際に HGA を傾けるプロセスを説明する側面図である；

図 16 は、本発明の他の実施形態として HGA をスライダ装着側から見た平面図である；

図 17 は、図 16 の HGA の先端部を拡大して示した側面図である；

図 18 は、図 16 の実施形態に係る HGA の製造に用いられる製造装置の概略的な構成を示す側面図である；

図 19 は、図 18 の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図 20 は、図 18 の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図 21 は、図 18 の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図 22 は、図 18 の製造装置を用いた製造プロセスの一例の一部を示す側面図である；

図 23 は、図 19 ～ 22 の製造プロセスの変更態様として、半田ボールを供給する際に HGA を傾けるプロセスを説明する側面図である；

図 24 は、本発明のさらに他の実施形態として HGA をスライダ装着側から見た斜視図である；そして

図 25 は、図 24 の HGA の先端部を拡大して示した斜視図である。

## DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

図1は本発明の一実施形態としてHGAをスライダ装着側から見た平面図であり、図2は図1のHGAを反対側から見た平面図であり、図3は図1及び2のHGAの先端部を拡大して示した側面図である。

これらの図に示すように、このHGAは、比較的剛性を有するロードビーム11及び弾性を有するフレクシャ12から主に構成されているサスペンション10と、サスペンション10上に固着された磁気ヘッドスライダ13と、サスペンション10上に形成又は固着された配線部材14とを備えている。

ロードビーム11は、中央を通る長手方向軸線の自由端部（先端部）の近傍に荷重用の突起部（ディンプルに対応）11aを有している。図2及び3に示すように、ロードビーム11は、幅方向の両側に折り曲げ部11bを有しており、この折り曲げ部11bにより、剛性が高められている。また、ロードビーム11の後端部に設けられた取り付け部11cには、支持アームへの取り付け用の貫通取り付け孔11dが設けられており、その近傍にはロードビーム11全体の重量を低減するための貫通孔11eが設けられている。

フレクシャ12は、薄いバネ板材で構成され、その一方の面（第1の面）がロードビーム11の突起部11aが突出している側の面に取り付けられ、突起部11aから押圧荷重を受けている。フレクシャ12の他方の面（第2の面）には、磁気ヘッドスライダ13が取り付けられている。フレクシャ12は、ロードビーム11の突起部11aが突出している側の面に、カシメなどにより貼り合わされている。カシメの代わりに、スポット溶着などを用いてもよい。

フレクシャ12は、中央に舌部12aを有する。舌部12aは、その一端のみがフレクシャ12の先端部に位置する横枠部12bに一体的に結合されており、他端は自由端となっている。フレクシャ12の横枠部12bの両端は、フレクシャ12の外枠部12c及び12dに一体的に結合されている。舌部12aの外枠部12c及び12d側及び舌部12aの他端側は、フレクシャ12から切り離されている。舌部12aの一方の面（第1の面）には、ロードビーム11の突起部11aの先端がバネ接触している。舌部12aの他方の面（第2の面）には、磁気ヘッドスライダの端子パッドと配線部材の接続パッドとの半田接続のみによって、又はこれと接着剤との組み合わせによって、磁気ヘッドスライダ13がフレクシャ12に機械的に固着されている。

磁気ヘッドスライダ13は、スライダ本体13aと、本実施形態ではインダクティブ素子で構成された書込み磁気ヘッド素子及び本実施形態では巨大磁気抵抗効果（GMR）素子で構成された読出し磁気ヘッド素子と、これら書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子に接続された複数（この例では4つ）の端子パッド（バンプ）13bとを備えている。

スライダ本体13aは、その浮上面（ABS）13cとは反対側の面13dが、フレクシャ12の舌部12aの他方の面に対向するように取り付けられており、端子パッド13bはスライダ本体13aの素子形成面13e上に設けられている。

配線部材14は、複数（この例では4つ）のトレース導体14aと、複数（この例では4つ）の接続パッド（リードパッド）14bとを有しており、サスペンション10のフレクシャ12及びロードビーム11によって支持されている。配線部材14は、可撓性絶縁

支持層の内部にトレース導体 1 4 a を埋設し、各トレース導体 1 4 a の端部を各接続パッド 1 4 b に接続したものである。複数の接続パッド 1 4 b はフレクシャ 1 2 上において、磁気ヘッドスライダ 1 3 の複数の端子パッド 1 3 b とそれぞれ対応する位置に形成されている。このような配線部材 1 4 の典型的な例は、タブテープと称されるものである。

磁気ヘッドスライダ 1 3 の端子パッド 1 3 b と配線部材 1 4 の接続パッド 1 4 b とは、フレクシャ 1 2 の第 2 の面及びスライダ本体 1 3 a の素子形成面 1 3 e によって構成されるコーナ部に供給された半田ボールをレーザリフローにより溶融した半田 1 5 によって接続されている。磁気ヘッドスライダ 1 3 の端子パッド 1 3 b と配線部材 1 4 の接続パッド 1 4 b との半田接続により、磁気ヘッドスライダ 1 3 の書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子は、配線部材 1 4 のトレース導体 1 4 a に電氣的に接続されている。

磁気ヘッドスライダ 1 3 の書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子が所定の特性を満たしていないときは、半田 1 5 を再溶融させることにより、サスペンション 1 0 のフレクシャ 1 2 から磁気ヘッドスライダ 1 3 を取り外し得る状態とすることができる。

なお、本実施形態では、磁気ヘッドスライダ 1 3 の端子パッド 1 3 b とリード導体 1 4 の接続パッド 1 4 b との接続に半田を用いているが、本発明はこれに限定されるものでなく、これらの接続を、例えば、銀ペーストを用いて行っても、金ボールを用いて行っても構わない。また、積水化学工業株式会社で提供している、コア部の樹脂を半田層で包んだ、樹脂コアはんだボール（製品名：ミクロパール SOL）を用いても構わない。このコア部が金属であっても良い。

フレクシャ 1 2 の舌部 1 2 a とスライダ本体 1 3 a の素子形成面 1 3 b とによって構成されるコーナ部に半田ボールが供給されているから、レーザビームなどによる外部からの熱を、半田ボールに対して集中的に印加してリフローすることができる。このため、本来の半田接合や、磁気ヘッドスライダ 1 3 の取り外しのためのリフローにおいて、磁気ヘッドスライダ 1 3 に搭載された GMR 素子などに対する熱的ダメージを極力小さくすることができる。さらにまた、磁気ヘッドスライダ 1 3 の固着に半田接続のみを用い、樹脂接着剤を用いなければ、接着樹脂とスライダとの熱膨張率との差で磁気ヘッドスライダが形状変化して浮上特性が悪化することをも防止可能となる。

図 4 は以上説明した本実施形態の HGA を支持アームに取り付けて構成される HAA をスライダ装着側とは反対側から見た平面図であり、図 5 は図 4 の HAA の側面図である。

これらの図に示すように、HAA は、サスペンション 1 0 及び磁気ヘッドスライダ 1 3 による HGA と、支持アーム 4 0 とから主として構成されている。支持アーム 4 0 は、剛性の高い、適当な非磁性金属材料、例えば、アルミ合金などを用いて一体成形されている。支持アーム 4 0 には、取り付け孔 4 0 a 及び 4 0 b が設けられている。取り付け孔 4 0 a は、支持アーム 4 0 を磁気ディスクの表面と平行に回動可能にするベアリング機構に取り付けるために用いられる。取り付け孔 4 0 b は、HGA を取り付けのために用いられる。HGA の取り付け孔 1 1 d（図 1 及び 2 参照）を取り付け孔 4 0 b に例えばカシメ構造、ボール接続構造などで固定することによって、HGA が支持アーム 4 0 に固着される。

図 6 は図 4 及び 5 に示した HAA が複数スタックされた構造を有する HSA スライダ装着側とは反対側から見た平面図であり、図 7 は図 6 の HSA の側面図である。

これらの図に示すように、HSA は、各々がサスペンション 1 0 及び磁気ヘッドスライ

ダ13から構成される複数（この例では2つ）のHGAと、支持ブロック41とから主として構成されている。支持ブロック41は、複数の支持アーム40を有する。2つの支持アーム40は、支持ブロック41の基部41aから互いに平行に突出しており、間隔D1を隔ててスタックされている。各支持アーム40の先端に、HGAが前述のように取り付けられている。基部41a及び支持アーム40は、適当な非磁性金属材料、例えば、アルミ合金などを用いて一体成形されている。なお、支持アームの数は3つ以上であっても良い。

基部41aには、支持アーム40のスタック方向に平行に取り付け孔40aが設けられている。この取り付け孔40aは、支持ブロック41を磁気ディスクの表面と平行に回動可能にするベアリング機構に取り付けるために用いられる。支持ブロック41の基部41aには、さらに、位置決め用のボイスコイルモータ（VCM）のコイル支持部42及びボイスコイル43が設けられている。

なお、図示の例では、支持アーム40の片面にのみにHGAが設けられているが、支持アーム40の両面にHGAをそれぞれ設けても良い。支持アーム40が3つ以上備えられている場合は、このように支持アーム40の両面にHGAが設けられていることが多い。

次に、本実施形態に係るHGAの製造方法について説明する。

図8は本実施形態に係るHGAの製造に用いられる製造装置の概略的な構成を示す側面図である。

同図に示すように、HGA80の製造装置は、半田ボール供給部（接続用ボール供給装置）81と、レーザ光源82と、それらのコントロールを行うコントロール部83とを備えている。

このHGA80は、図1～3に示した通りの構造を有するものであり、このHGA自体を本発明の実施態様とする場合、図4及び5に示したHAAを本発明の実施態様とする場合、図6及び7に示したHSAを本発明の実施態様とする場合、又はHAA若しくはHSAを組み込んだ磁気ディスク装置を本発明の実施態様とする場合がある。

半田ボール供給部81は、磁気ヘッドスライダ13の端子パッド13bと配線部材14の接続パッド14bとの接続部分に半田ボール16を供給する装置であり、例えば、Pac Tech社（URL：[www.pactech.de](http://www.pactech.de)）が提供するSolder Ball Bumper（SBB）やMicroFab Technologies, Inc.（URL：[www.microfab.com](http://www.microfab.com)）が提供するSolder Jet Printing System（SJPS）を用いる。SBBは、半田ボールを接続部分に載せるものであり、SJPSは、半田ボールをその半田部分を溶融した状態で接続部分に吹付けるものである。

レーザ光源82は、磁気ヘッドスライダ13の端子パッド13bと配線部材14の接続パッド14bとの接続部分に、及び半田ボール供給部81によってこの部分に供給された半田ボール16にレーザビームを供給する装置である。このレーザ光源82としては、YAGレーザを含め、各種のものを用いることができる。ただし、照射エネルギー、照射タイミング、照射周波数及び焦点距離などをそれぞれ制御可能なものを用いる。

また、単一のレーザ光源の照射エネルギーを可変制御する代わりに、半田ボールを再溶融させるエネルギーを持つレーザ光を照射する第1のレーザ光源と、半田付け部分を清浄化する低エネルギーのレーザ光を照射する第2のレーザ光源とを含む複数のレーザ光源を設ける



ようにしてもよい。

コントロール部 8 3 は、各半田ボール供給部 8 1 の半田ボール供給タイミングをコントロールし、かつ各レーザ光源 8 2 の照射エネルギー（例えば照射時間及び照射出力）、照射タイミング、照射周波数及び焦点距離などを制御する装置である。

次に、この製造装置を用いた製造プロセスの一例について、図 9 ～ 1 2 を用いて説明する。なお、これらの図では、製造装置のうち、各プロセスを説明する上での必要最小限の部分だけを示してある。

まず、図 9 に示すように、治具 9 1 を用いて、磁気ヘッドスライダ 1 3 をサスペンション 1 0 上の所定位置、即ちフレクシャ 1 2 の舌部 1 2 a 上の所定位置に載置する。

次いで、図 1 0 に示すように、コントロール部 8 3 からの指示により、載置された磁気ヘッドスライダ 1 3 の 4 つの端子パッド 1 3 b と配線部材 1 4 の 4 つの接続パッド 1 4 b と（4 組のパッド）に対し、レーザ光源 8 2 から比較的低い照射エネルギーのレーザビームを照射し、これら端子パッド 1 3 b 及び接続パッド 1 4 b を暖めて半田濡れ性を確保するプレヒーティングを行う。この製造プロセス例では、レーザ光源 8 2 からの 1 つのレーザビーム内に 4 つの端子パッド 1 3 b と 4 つの接続パッド 1 4 b と（4 組のパッド）が入るように調整し、一括照射でプレヒーティングを行っている。なお、その場合のレーザビームの照射面積は、少なくとも 4 つの端子パッド 1 3 b と 4 つの接続パッド 1 4 b とを包含する範囲である必要があり、スライダ本体 1 3 a への影響を考慮すると、4 つの端子パッド 1 3 b と 4 つの接続パッド 1 4 b とを包含する必要最小限の範囲とすることが望ましい。

プレヒーティングを行う場合、この製造プロセス例のように 1 つのレーザビームを複数組のパッドに一括照射するのではなく、1 つのレーザビームをスキャンして各組のパッドに個別に照射するか、複数のレーザビームを複数組のパッドにそれぞれ同時に照射するようにしても良い。

次いで、図 1 1 に示すように、コントロール部 8 3 からの指示により、所定タイミングで、4 つの端子パッド 1 3 b 及び 4 つの接続パッド 1 4 b からなる 4 組のパッド上に半田ボール供給部 8 1 によってそれぞれ半田ボール 1 6 を供給する。

その後、図 1 2 に示すように、レーザ光源 8 2 から、これら半田ボール 1 6 を溶融させるのに十分なレーザビームを照射するヒーティング（リフロー）を行う。これによって、4 つの端子パッド 1 3 b と 4 つの接続パッド 1 4 b とが溶融された半田 1 5 によって電氣的及び機械的に接続され、磁気ヘッドスライダ 1 3 がサスペンション 1 0 上に固着されて、HGA 8 0 が得られる。

このヒーティングは、この製造プロセス例では、レーザ光源 8 2 からの 1 つのレーザビーム内に 4 つの端子パッド 1 3 b と 4 つの接続パッド 1 4 b と（4 組のパッド）が入るように調整し、一括照射でヒーティング処理している。

ヒーティングを行う場合、この製造プロセス例のように 1 つのレーザビームを複数組のパッドに一括照射するのではなく、1 つのレーザビームをスキャンして各組のパッドに個別に照射するか、複数のレーザビームを複数組のパッドにそれぞれ同時に照射するようにしても良い。

図 1 3 は、プレヒーティングからヒーティング及び半田ボール供給までのタイミングを説明するためのタイミングチャートである。以下、同図を用いて、コントロール部 8 3 に



よるプレヒーティングからヒーティング及び半田ボール供給までのタイミングを概略的に説明する。

まず、磁気ヘッド素子の温度が適正温度（磁気ヘッド素子及びスライダ本体 13 a に熱的ダメージを与えない 150℃以下の温度でかつ、パッドの半田の濡れ性を確保できる温度）に上昇するまで、各組のパッドにレーザビームを照射してプレヒーティングを行う。プレヒーティングの時間は、照射エネルギー、周波数などに応じて異なる。

プレヒーティングを開始した後、適正温度に達したタイミングで半田ボールを供給する。この半田ボールの供給タイミングは、半田ボール供給部 81 の装置によって異なってくる。図 13 に示すように、半田ボール供給までの反応時間が比較的短い装置（例えば、SJP S）の場合は、適正温度に達した後で供給を開始するようにする。半田ボール供給までの反応時間が比較的長い装置（例えば、SSB）の場合は、タイムラグを考慮し適正温度に達する手前から供給を開始するようにする。

レーザ光源 82 は、コントロール部 83 により、プレヒーティングからリフローのためのヒーティング及びその後のアニーリングへと逐次移行されるように、その照射エネルギー、即ち出力が制御される。

なお、プレヒーティング、ヒーティング及びアニーリングにおいて、照射エネルギーが互いに異なるレーザビームをそれぞれ用いても良いし、照射時間を制御することにより同一エネルギーのレーザビームをそれぞれ用いても良い。また、プレヒーティングの照射エネルギーも時間軸に対して段階的に変化させる制御をしても構わない。例えば、パッドの清浄のための低いエネルギーからパッドの温度を上昇させるための高いエネルギーに変化させるようにしてもよい。

この製造プロセス例によれば、プレヒーティングをさせることにより、スライダ本体に熱的形狀変化やダメージを与えることなく磁気ヘッドスライダの端子パッドとサスペンションのリード接続パッドとの半田の濡れ性を確保できるので、これら端子パッドとリード接続パッドとの電氣的及び機械的接続の信頼性を向上させることが可能なる。また、信頼性をさらに向上させるために、この製造プロセス例の方法を行った後にリフローを行っても良い。

SJP S のように、半田ボールを飛ばして供給する場合は、パッドが暖まっていないと電氣的接続の信頼性がより低下することとなるので、この製造プロセス例の方法は特に有効になる。

図 14 は、プレヒーティング、ヒーティング及びその後のアニーリングにおけるレーザの出力制御の一実施例を説明する図である。同図において、横軸は時間（ms）、縦軸はレーザ出力（W）を表している。この実施例では、端子パッド及び接続パッドの寸法が 0.13 mm×0.13 mm であり、レーザビームのスポット径が 0.15～0.2 mm であり、半田ボールの径が 0.12 mm である。レーザ光源としては、波長が 1064 nm の YAG レーザを用いた。

同図に示すように、プレヒーティングは、この実施例では照射時間 3 ms で制御される。即ち、0～1.5 ms の間はレーザ出力を 0 から 0.075 W まで徐々に増大し、1.5～3 ms の間はレーザ出力を 0.075 W に一定に維持する。このように制御することにより、レーザ装置の負荷を軽減して故障防止を図ることができる。ただし、図 13 に示し

たように、1. 5～3msの間もレーザ出力を徐々に増大するように制御しても良い。また、0～3msの間、レーザ出力を0.075W一定に維持するように制御しても良い。

図14に示すように、ヒーティングは、この実施例では照射時間4msで制御される。即ち、3～7msの間はレーザ出力を0.15Wに上げ、半田ボールをリフローする。なお、半田ボールの供給タイミングは、同図に示すように3msの前後の2～4msの間で行うことが望ましい。

同図に示すように、アニーリングは、この実施例では照射時間3msで制御される。即ち、7～10msの間はレーザ出力を0.05Wから徐々に減少させ、半田接合部分をアニール処理する。

上述した製造プロセス例の変更態様として、半田ボールを供給する際に、図15に示すように、HGA80を水平方向に対して所定の角度 $\alpha$ （例えば、45度）に保って半田ボールの供給を行うようにしても良い。この場合、半田ボール供給位置のズレを軽減できる。

図16は本発明の他の実施形態としてHGAをスライダ装着側から見た平面図であり、図17は図16のHGAの先端部を拡大して示した側面図である。

これらの図に示すように、このHGAは、比較的剛性を有するロードビーム11'及び弾性を有するフレクシャ12'から主に構成されているサスペンション10'と、サスペンション10'上に固着された磁気ヘッドスライダ13'と、サスペンション10'上に形成又は固着された配線部材14'とを備えている。

ロードビーム11'は、中央を通る長手方向軸線の自由端部（先端部）の近傍に荷重用の突起部（ディンプルに対応）11a'を有している。図17に示すように、ロードビーム11'は、幅方向の両側に折り曲げ部11b'を有しており、この折り曲げ部11b'により、剛性が高められている。また、ロードビーム11'の後端部に設けられた取り付け部11c'には、支持アームへの取り付け用の貫通取り付け孔11d'が設けられており、その近傍にはロードビーム11'全体の重量を低減するための貫通孔11e'が設けられている。

フレクシャ12'は、薄いバネ板材で構成され、その一方の面（第1の面）がロードビーム11'の突起部11a'が突出している側の面に取り付けられ、突起部11a'から押圧荷重を受けている。フレクシャ12'の他方の面（第2の面）には、磁気ヘッドスライダ13'が取り付けられている。フレクシャ12'は、ロードビーム11'の突起部11a'が突出している側の面に、カシメなどにより貼り合わされている。カシメの代わりに、スポット溶着などを用いてもよい。

フレクシャ12'は、中央に舌部12a'を有する。舌部12a'は、その一端のみがフレクシャ12'の先端部に位置する横枠部12b'に一体的に結合されており、他端は自由端となっている。フレクシャ12'の横枠部12b'の両端は、フレクシャ12'の外枠部12c'及び12d'に一体的に結合されている。舌部12a'の外枠部12c'及び12d'側及び舌部12a'の他端側は、フレクシャ12'から切り離されている。舌部12a'の一方の面（第1の面）には、ロードビーム11'の突起部11a'の先端がバネ接触している。舌部12a'の他方の面（第2の面）には、複数（この例では2つ）のダミー接続パッド12e'が設けられ、これらダミー接続パッド12e'を磁気ヘッドスライダ13'のダミー端子パッド13f'にそれぞれ半田接続することによって磁

磁気ヘッドスライダ13'がフレクシャ12'に機械的に固着されている。ダミー接続パッド12e'がフレクシャ12'の舌部12a'に直接設けられて接地されており、これらダミー接続パッド12e'に磁気ヘッドスライダ13'のダミー端子パッド13f'が半田接続されているため、ダミー端子パッド13f'はグランド接続されていることとなる。ダミー接続パッドが配線部材上に設けられている場合は、このダミー接続パッドを接地することにより、ダミー端子パッド13f'がグランド接続される。

磁気ヘッドスライダ13'は、スライダ本体13a'と、本実施形態ではインダクティブ素子で構成された書込み磁気ヘッド素子及び本実施形態ではGMR素子で構成された読出し磁気ヘッド素子と、これら書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子に接続された複数（この例では4つ）の端子パッド（バンプ）13b'と、複数（この例では2つ）のダミー端子パッド13f'とを備えている。

スライダ本体13a'は、そのABS13c'とは反対側の面13d'が、フレクシャ12'の舌部12a'の他方の面に対向するように取り付けられており、端子パッド13b'はスライダ本体13a'の素子形成面13e'上に設けられ、ダミー端子パッド13f'はスライダ本体13a'の素子形成面とは反対側の面13g'上に設けられている。

配線部材14'は、複数（この例では4つ）のトレース導体14a'と、複数（この例では4つ）の接続パッド（リードパッド）14b'とを有しており、サスペンション10'のフレクシャ12'及びロードビーム11'によって支持されている。配線部材14'は、可撓性絶縁支持層の内部にトレース導体14a'を埋設し、各トレース導体14a'の端部を各接続パッド14b'に接続したものである。複数の接続パッド14b'はフレクシャ12'上において、磁気ヘッドスライダ13'の複数の端子パッド13b'とそれぞれ対応する位置に形成されている。このような配線部材14'の典型的な例は、タブテープと称されるものである。

磁気ヘッドスライダ13'の端子パッド13b'と配線部材14'の接続パッド14b'とは、フレクシャ12'の第2の面及びスライダ本体13a'の素子形成面13e'によって構成されるコーナ部に供給された半田ボールをレーザーリフローにより熔融した半田15'によって接続されている。また、磁気ヘッドスライダ13'のダミー端子パッド13f'とフレクシャ12'の舌部12a'上に形成されたダミー接続パッド12e'とは、舌部12a'の第2の面及びスライダ本体13a'の素子形成面とは反対側の面13g'によって構成されるコーナ部に供給された半田ボールをレーザーリフローにより熔融した半田17'によって接続されている。これら2つの半田接続のみによって、磁気ヘッドスライダ13'はフレクシャ12'の舌部12a'に固着されている。接着剤は用いられていない。磁気ヘッドスライダ13'の端子パッド13b'と配線部材14'の接続パッド14b'との半田接続により、磁気ヘッドスライダ13'の書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子は、配線部材14'のトレース導体14a'に電氣的に接続されている。

なお、本実施形態では、磁気ヘッドスライダ13'の端子パッド13b'と配線部材14'の接続パッド14b'との接続に、磁気ヘッドスライダ13'のダミー端子パッド13f'とフレクシャ12'のダミー接続パッド12e'との接続に半田を用いているが、本発明はこれに限定されるものでなく、これらの接続を、例えば、銀ペーストを用いて行

っても、金ボールを用いて行っても構わない。また、積水化学工業株式会社で提供している、コア部の樹脂を半田層で包んだ、樹脂コアはんだボール（製品名：マイクロパールSOL）を用いても構わない。このコア部が金属であっても良い。

フレクシャ12'の舌部12a'の第2の面とスライダ本体13a'の素子形成面13b'とによって構成されるコーナ部、フレクシャ12'の舌部12a'の第2の面とスライダ本体13a'の素子形成面とは反対側の面13g'とによって構成されるコーナ部にそれぞれ半田ボールが供給されているから、レーザビームなどによる外部からの熱を、半田ボールに対して集中的に印加してリフローすることができる。このため、本来の半田接合や、磁気ヘッドスライダ13'の取り外しのためのリフローにおいて、磁気ヘッドスライダ13'に搭載されたGMR素子などに対する熱的ダメージを極力小さくすることができる。さらにまた、磁気ヘッドスライダ13'の固着に半田接続のみを用いているので、接着樹脂とスライダとの熱膨張率との差で磁気ヘッドスライダが形状変化して浮上特性が悪化することを防止可能となる。

以上説明した本実施形態のHGAを支持アームに取り付けて構成されるHAA、HAAを複数スタックされた構造を有するHSAについても、図1の実施形態の場合と同様に適用できる。

次に、本実施形態に係るHGAの製造方法について説明する。

図18は本実施形態に係るHGAの製造に用いられる製造装置の概略的な構成を示す側面図である。

同図に示すように、HGA80'の製造装置は、半田ボール供給部（接続用ボール供給装置）81'及び84'と、レーザ光源82'及び85'と、それらのコントロールを行うコントロール部83'とを備えている。

このHGA80'は、図16及び17に示した通りの構造を有するものであり、このHGA自体を本発明の実施態様とする場合、図4及び5に示したものと同様のHAAを本発明の実施態様とする場合、図6及び7に示したものと同様のHSAを本発明の実施態様とする場合、又はHAA若しくはHSAを組み込んだ磁気ディスク装置を本発明の実施態様とする場合がある。

半田ボール供給部81'は、磁気ヘッドスライダ13'の端子パッド13b'と配線部材14'の接続パッド14b'との接続部分に半田ボール16'を供給する装置であり、半田ボール供給部84'は、磁気ヘッドスライダ13'のダミー端子パッド13f'とフレクシャ12'の舌部12a'上に形成されたダミー接続パッド12e'との接続部分に半田ボール18'を供給する装置である。これら装置としては、例えば、Pac Tech社が提供するSBBやMicroFab Technologies, Inc.が提供するSJPSを用いる。前述したように、SBBは、半田ボールを接続部分に載せるものであり、SJPSは、半田ボールを接続部分に吹付けるものである。

レーザ光源82'は、磁気ヘッドスライダ13'の端子パッド13b'と配線部材14'の接続パッド14b'との接続部分に、及び半田ボール供給部81'によってこの部分に供給された半田ボール16'にレーザビームを供給する装置であり、レーザ光源85'は、磁気ヘッドスライダ13'のダミー端子パッド13f'とフレクシャ12'の舌部12a'上に形成されたダミー接続パッド12e'との接続部分に、及び半田ボール供

給部 8 4' によってこの部分に供給された半田ボール 1 8' にレーザビームを供給する装置である。これらレーザ光源 8 2' 及び 8 5' としては、YAGレーザを含め、各種のものを用いることができる。ただし、照射エネルギー、照射タイミング、照射周波数及び焦点距離などをそれぞれ制御可能なものを用いる。

また、単一のレーザ光源の照射エネルギーを可変制御する代わりに、半田ボールを再溶融させるエネルギーを持つレーザ光を照射する第 1 のレーザ光源と、半田付け部分を清浄化する低エネルギーのレーザ光を照射する第 2 のレーザ光源とを含む複数のレーザ光源を設けるようにしてもよい。

コントロール部 8 3' は、半田ボール供給部 8 1' 及び 8 4' の半田ボール供給タイミングをコントロールし、かつレーザ光源 8 2' 及び 8 5' の照射エネルギー（例えば照射時間及び照射出力）、照射タイミング、照射周波数及び焦点距離などを制御する装置である。

次に、この製造装置を用いた製造プロセスの一例について、図 1 9～2 2 を用いて説明する。なお、これらの図では、製造装置のうち、各プロセスを説明する上での必要最小限の部分だけを示してある。

まず、図 1 9 に示すように、治具 9 1' を用いて、磁気ヘッドスライダ 1 3' をサスペンション 1 0' 上の所定位置、即ちフレクシャ 1 2' の舌部 1 2 a' 上の所定位置に載置する。

次いで、図 2 0 に示すように、コントロール部 8 3' からの指示により、載置された磁気ヘッドスライダ 1 3' の 4 つの端子パッド 1 3 b' と配線部材 1 4' の 4 つの接続パッド 1 4 b' と（4 組のパッド）に対し、レーザ光源 8 2' から比較的低い照射エネルギーのレーザビームを照射し、これら端子パッド 1 3 b' 及び接続パッド 1 4 b' を暖めて半田濡れ性を確保するプレヒーティングを行う。この製造プロセス例では、レーザ光源 8 2' からの 1 つのレーザビーム内に 4 つの端子パッド 1 3 b' と 4 つの接続パッド 1 4 b' と（4 組のパッド）が入るように調整し、一括照射でプレヒーティング処理を行っている。なお、その場合のレーザビームの照射面積は、少なくとも 4 つの端子パッド 1 3 b' と 4 つの接続パッド 1 4 b' とを包含する範囲である必要があり、スライダ本体 1 3 a' への影響を考慮すると、4 つの端子パッド 1 3 b' と 4 つの接続パッド 1 4 b' とを包含する必要最小限の範囲とすることが望ましい。

また、2 つのダミー端子パッド 1 3 f' と 2 つのダミー接続パッド 1 2 e' と（2 組のパッド）に対しても比較的低い照射エネルギーのレーザビームを照射し、これらダミー端子パッド 1 3 f' 及びダミー接続パッド 1 2 e' を暖めて半田濡れ性を確保するプレヒーティングを行う。この製造プロセス例では、レーザ光源 8 5' からの 1 つのレーザビーム内に 2 つのダミー端子パッド 1 3 f' と 2 つのダミー接続パッド 1 2 e' と（2 組のパッド）が入るように調整し、一括照射でプレヒーティング処理を行っている。その際にも同様に、レーザビームの照射面積は、少なくとも 2 つのダミー端子パッド 1 3 f' と 2 つのダミー接続パッド 1 2 e' とを包含する範囲である必要があり、スライダ本体 1 3 a' への影響を考慮して 2 つのダミー端子パッド 1 3 f' と 2 つのダミー接続パッド 1 2 e' とを包含する必要最小限の範囲とすることが望ましい。

4 つの端子パッド 1 3 b' 及び 4 つの接続パッド 1 4 b' のプレヒーティングと、2 つのダミー端子パッド 1 3 f' と 2 つのダミー接続パッド 1 2 e' のプレヒーティングとを

2つのレーザ光源82'及び85'によって同時に進行させても良いし、1つのレーザ光源82'によって別個に行っても良い。また、プレヒーティングを行う場合、この製造プロセス例のように1つのレーザビームを複数組のパッドに一括照射するのではなく、1つのレーザビームをスキャンして各組のパッドに個別に照射するか、複数のレーザビームを複数組のパッドにそれぞれ同時に照射するようにしても良い。

次いで、図21に示すように、コントロール部83'からの指示により、所定タイミングで、4つの端子パッド13b'及び4つの接続パッド14b'からなる4組のパッド上に、さらに、2つのダミー端子パッド13f'及び2つのダミー接続パッド12e'からなる2組のパッド上に、半田ボール供給部81'及び84'によってそれぞれ半田ボール16'及び18'を供給する。

その後、図22に示すように、レーザ光源82'及び85'から、これら半田ボール16'及び18'を溶融させるのに十分なレーザビームをそれぞれ照射するヒーティング（リフロー）を行う。これによって、4つの端子パッド13b'と4つの接続パッド14b'とが溶融された半田15'によって電氣的に接続され、さらに、2つのダミー端子パッド13f'及び2つのダミー接続パッド12e'とが溶融された半田17'によって機械的に接続され、磁気ヘッドスライダ13'がサスペンション10'上に固着されて、HGA80'が得られる。

このヒーティングは、この製造プロセス例では、レーザ光源82'からの1つのレーザビーム内に4つの端子パッド13b'と4つの接続パッド14b'と（4組のパッド）が入るように調整し、一括照射でヒーティング処理している。また、レーザ光源85'からの1つのレーザビーム内に2つのダミー端子パッド13f'と2つのダミー接続パッド12e'と（2組のパッド）が入るように調整し、一括照射でヒーティング処理している。

ヒーティングを行う場合、この製造プロセス例のように1つのレーザビームを複数組のパッドに一括照射するのではなく、1つのレーザビームをスキャンして各組のパッドに個別に照射するか、複数のレーザビームを複数組のパッドにそれぞれ同時に照射するようにしても良い。

コントロール部83'によるプレヒーティングからヒーティング及び半田ボール供給までのタイミングは、図1の製造プロセス例において図13を用いて説明したものと同様である。

レーザ光源82'及び85'は、コントロール部83'により、プレヒーティングからリフローのためのヒーティング及びその後のアニーリングへと逐次移行されるように、その照射エネルギー、即ち出力が制御される。なお、プレヒーティング及びヒーティングにおいて、照射エネルギーが互いに異なるレーザビームをそれぞれ用いても良いし、照射時間を制御することにより同一エネルギーのレーザビームをそれぞれ用いても良い。また、プレヒーティングの照射エネルギーも時間軸に対して段階的に変化させる制御をしても構わない。例えば、パッドの清浄のための低いエネルギーからパッドの温度を上昇させるための高いエネルギーに変化させるようにしてもよい。

プレヒーティング、ヒーティング及びアニーリング時のレーザ出力の制御についても、図1の製造プロセス例において図14を用いて説明したものと同様である。

本製造プロセス例によれば、プレヒーティングをさせることにより、スライダ本体に熱

的形状変化やダメージを与えることなく磁気ヘッドスライダの端子パッドとサスペンションのリード接続パッドとの半田の濡れ性を確保でき、さらに、磁気ヘッドスライダのダミー端子パッドとサスペンション上のダミー接続パッドとの半田の濡れ性を確保できるので、これら端子パッドとリード接続パッドとの電氣的及び機械的接続及びダミー端子パッドとダミー接続パッドとの電氣的及び機械的接続の信頼性を向上させることが可能なる。また、信頼性をさらに向上させるために、この製造プロセス例の方法を行った後にリフローを行っても良い。

S J P Sのように、半田ボールを飛ばして供給する場合は、パッドが暖まっていないと電氣的接続の信頼性がより低下することとなるので、この製造プロセス例の方法は特に有効になる。

なお、接続パッドのプレヒーティングは、磁気ヘッドスライダとサスペンションとの固着を半田接続だけで行うHGAにのみ適用されるものではなく、半田でパッドを接続するものであれば、他のタイプのHGA（半田と樹脂とで固着するものも含む）にも適用可能である。

上述した製造プロセス例の変更態様として、半田ボールを供給する際に、図23に示すように、HGA80'を水平方向に対して所定の角度 $\alpha$ （例えば、45度）に保って半田ボールの供給を行うようにしても良い。この場合、半田ボール供給位置のズレを軽減できる。

図24は本発明のさらに他の実施形態としてHGAをスライダ装着側から見た斜視図であり、図25は図24のHGAの先端部を拡大して示した斜視図である。

これらの図に示すように、本実施形態におけるHGAは、サスペンション10''と、サスペンション10''上に固着された微小位置決めアクチュエータ即ちマイクロアクチュエータ21''と、このマイクロアクチュエータ21''に支持された磁気ヘッドスライダ13''と、サスペンション10''上に形成又は固着された配線部材14''とを備えている。

サスペンション10''は、比較的剛性を有する第1及び第2のロードビーム22''及び11''と、これら第1及び第2のロードビーム22''及び11''を互いに連結する弾性を有するヒンジ23''と、第2のロードビーム11''及びヒンジ23''上に固着支持された弾性を有するフレクシャ12''と、第1のロードビーム22''の取り付け部22a''に設けられた円形のベースプレート24''とから主として構成されている。

マイクロアクチュエータ21''は磁気ヘッドスライダ13''の側面を挟持してVCMでは駆動できない微細な変位を可能にするために、サスペンション10''の先端部に設けられている。

本実施形態におけるマイクロアクチュエータ21''は、その平面形状が略コ字状となっており、サスペンション10''に固着される基部21a''の両端から1対の可動アーム部21b''及び21c''が垂直に伸びている。可動アーム部21b''及び21c''の先端部は、磁気ヘッドスライダ13''の側面に固着されている。可動アーム21b''及び21c''は、それぞれ、アーム部材とこれらアーム部材の側面に形成された圧電素子とから構成されている。

マイクロアクチュエータ21''の基部及びアーム部材は、弾性を有するセラミック焼結体、例えばZrO<sub>2</sub>で一体的に形成されており、圧電素子が伸縮することにより、可動ア



ーム部21b"及び21c"が撓み、その先端部が横方向に揺動するので、磁気ヘッドスライダ13"の磁気ヘッド素子の高精度の位置決めが行われる。

第2のロードビーム11"は、中央を通る長手方向軸線の自由端部（先端部）の近傍に図示しない荷重用の突起部（ディンプルに対応）を有している。

フレクシャ12"は、薄いバネ板材で構成され、その一方の面（第1の面）が第2のロードビーム11"の突起部が突出している側の面に取り付けられ、この突起部から押圧荷重を受けている。フレクシャ12"の他方の面（第2の面）には、マイクロアクチュエータ21"が取り付けられている。フレクシャ12"は、第2のロードビーム11"の突起部が突出している側の面に、カシメなどにより貼り合わされている。カシメの代わりに、スポット溶着などを用いてもよい。

フレクシャ12"の舌部（図示なし）の一方の面（第1の面）には、ロードビーム11"の突起部の先端がバネ接触しており、その他方の面（第2の面）には、絶縁層を介して複数のこの例では2つのアクチュエータ用接続パッド12e"及び複数のこの例では2つのアクチュエータ用グランド接続パッド12f"が形成されている。これらアクチュエータ用接続パッド12e"及びアクチュエータ用グランド接続パッド12f"が、マイクロアクチュエータ21"の圧電素子に電氣的に接続された端子パッド21d"に半田ボールを用いてそれぞれ半田接続することによって、マイクロアクチュエータ21"が電氣的に接続されかつフレクシャ12"に機械的に固着されている。

磁気ヘッドスライダ13"は、スライダ本体13a"と、本実施形態ではインダクティブ素子で構成された書込み磁気ヘッド素子及び本実施形態ではGMR素子で構成された読出し磁気ヘッド素子と、これら書込み磁気ヘッド素子及び読出し磁気ヘッド素子に接続された複数（この例では4つ）の端子パッド（バンプ）13b"とを備えている。

配線部材14"は、複数（この例では4つ）の磁気ヘッド素子用トレース導体14a<sub>1</sub>"と、一端がアクチュエータ用接続パッド12e"及びアクチュエータ用グランド接続パッド12f"にそれぞれ接続された複数（この例では2つ）のアクチュエータ用トレース導体14a<sub>2</sub>"と、トレース導体14a<sub>1</sub>"の一端に接続された複数（この例では4つ）の磁気ヘッド素子用接続パッド14b"と、トレース導体14a<sub>1</sub>"及びトレース導体14a<sub>2</sub>"の他端に接続された複数（この例では6つ）の外部接続パッド14c"とを有している。この配線部材14"は、可撓性絶縁支持層の内部にトレース導体14a<sub>1</sub>"及び14a<sub>2</sub>"を埋設したものである。複数の磁気ヘッド素子用接続パッド14b"はフレクシャ12"上において、磁気ヘッドスライダ13"の複数の端子パッド13b"とそれぞれ対応する位置に形成されている。

磁気ヘッドスライダ13"の端子パッド13b"と、配線部材14"の接続パッド14b"とも、半田ボールを用いてそれぞれ半田接続されている。

本実施形態においても、マイクロアクチュエータ21"の端子パッド21d"とアクチュエータ用接続パッド12e"及びアクチュエータ用グランド接続パッド12f"との半田接続、並びに磁気ヘッドスライダ13"の端子パッド13b"と、配線部材14"の接続パッド14b"との半田接続を行う場合に、図1及び図16の実施形態と同様のプレヒータリング、ヒータリング及びアニーリングを行う。

本製造プロセス例によれば、プレヒータリングをさせることにより、スライダ本体に熱

的形狀変化やダメージを与えることなく磁気ヘッドスライダの端子パッドとサスペンションのリード接続パッドとの半田の濡れ性を確保でき、さらに、マイクロアクチュエータの端子パッドとサスペンション上の接続パッドとの半田の濡れ性を確保できるので、これら端子パッドとリード接続パッドとの電氣的及び機械的接続及びアクチュエータ端子パッドと接続パッドとの電氣的及び機械的接続の信頼性を向上させることが可能なる。

さらに、フレクシャ 1 2" の舌部の第 2 の面とマイクロアクチュエータ 2 1" の側面とのコーナ部、フレクシャ 1 2" の舌部の第 2 の面と磁気ヘッドスライダ 1 3" の素子形成面とによって構成されるコーナ部にそれぞれ半田ボールが供給されているから、レーザービームなどによる外部からの熱を、半田ボールに対して集中的に印加してリフローすることができる。このため、本来の半田接合や、マイクロアクチュエータ 2 1" 及び磁気ヘッドスライダ 1 3" の取り外しのためのリフローにおいて、磁気ヘッドスライダ 1 3" に搭載された GMR 素子などに対する熱的ダメージを極力小さくすることができる。

以上説明した本実施形態の HGA を支持アームに取り付けて構成される HAA、HAA を複数スタックされた構造を有する HSA についても、図 1 の実施形態の場合と同様に適用できる。

以上述べた実施形態は全て本発明を例示的に示すものであって限定的に示すものではなく、本発明は他の種々の変形態様及び変更態様で実施することができる。従って本発明の範囲は特許請求の範囲及びその均等範囲によってのみ規定されるものである。

## CLAIMS

1. 磁気ヘッドスライダの端子パッドと該磁気ヘッドスライダと電氣的に接続する配線部材の接続パッドとにレーザを照射するプレヒーティングステップと、

前記プレヒーティング中又はプレヒーティング後に、前記端子パッドと前記接続パッドとを接続する導電性金属材料を供給する供給ステップと、

前記導電性金属材料にレーザを照射して前記端子パッドと前記接続パッドとを金属熔融結合する結合ステップと

を備えたことを特徴とする磁気ヘッド装置の製造方法。

2. 前記プレヒーティングステップでは、前記導電性金属材料の接続に対する濡れ性を確保するように照射エネルギーを制御したレーザを用いることを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

3. 前記プレヒーティングステップでは、前記照射する時間の経過に対して低エネルギー状態から高エネルギー状態に照射エネルギーを段階的に制御したレーザを用いることを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

4. 前記プレヒーティングステップでは、前記磁気ヘッドスライダの磁気ヘッド素子の温度が150℃を超えないように照射エネルギーを制御したレーザを用いることを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

5. 前記供給ステップでは、少なくとも前記端子パッド及び前記接続パッドのいずれか一方に接触するように、前記導電性金属材料を載せるか又は吹付けるかにより、前記導電性金属材料を供給することを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

6. 前記供給ステップでは、前記導電性金属材料として、半田、コアを内部に有する半田、銀又は金を供給することを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

7. 前記プレヒーティングステップが、前記磁気ヘッドスライダに形成されたダミー端子パッドと該ダミー端子パッドと接続するダミー接続パッドとをプレヒーティングするステップをさらに含んでおり、

前記供給ステップが、前記ダミー端子パッドと前記ダミー接続パッドとを接合する導電性金属材料を供給するステップをさらに含んでおり、

前記結合ステップが、前記導電性金属材料にレーザを照射して前記ダミー端子パッドと前記ダミー接続パッドとを金属熔融結合するステップをさらに含んでいる

ことを特徴とする請求項1に記載の製造方法。

8. 磁気ヘッドスライダの端子パッドと該磁気ヘッドスライダと電氣的に接続する配線部材の接続パッドとにレーザを照射するプレヒーティング手段と、

前記プレヒーティング中又はプレヒーティング後に、前記端子パッドと前記接続パッド

とを接続する導電性金属材料を供給する供給手段と、

前記導電性金属材料にレーザを照射して前記端子パッドと前記接続パッドとを金属熔融結合する結合手段と

を備えたことを特徴とする磁気ヘッド装置の製造装置。

9. 前記プレヒーティング手段は、前記導電性金属材料の接続に対する濡れ性を確保するように照射エネルギーを制御したレーザを用いることを特徴とする請求項8に記載の製造装置。

10. 前記プレヒーティング手段は、前記照射する時間の経過に対して低エネルギー状態から高エネルギー状態に照射エネルギーを段階的に制御したレーザを用いることを特徴とする請求項8に記載の製造装置。

11. 前記プレヒーティング手段は、前記磁気ヘッドスライダの磁気ヘッド素子の温度が150℃を超えないように照射エネルギーを制御したレーザを用いることを特徴とする請求項8に記載の製造装置。

12. 前記供給手段は、少なくとも前記端子パッド及び前記接続パッドのいずれか一方に接触するように、前記導電性金属材料を載せるか又は吹付けるかにより、前記導電性金属材料を供給することを特徴とする請求項8に記載の製造装置。

13. 前記供給手段は、前記導電性金属材料として、半田、コアを内部に有する半田、銀又は金を供給することを特徴とする請求項8に記載の製造装置。

14. 前記プレヒーティング手段が、前記磁気ヘッドスライダに形成されたダミー端子パッドと該ダミー端子パッドと接続するダミー接続パッドとをプレヒーティングする手段をさらに含んでおり、

前記供給手段が、前記ダミー端子パッドと前記ダミー接続パッドとを接合する導電性金属材料を供給する手段をさらに含んでおり、

前記結合手段が、前記導電性金属材料にレーザを照射して前記ダミー端子パッドと前記ダミー接続パッドとを金属熔融結合する手段をさらに含んでいることを特徴とする請求項8に記載の製造装置。

15. 磁気ヘッド素子及び該磁気ヘッド素子に電気的に接続された端子パッドを有する磁気ヘッドスライダと、該磁気ヘッドスライダを支持するサスペンションと、該サスペンションに固着されており、前記磁気ヘッド素子に電気的に接続される接続パッドを有する配線部材とを備えた磁気ヘッド装置であって、

前記磁気ヘッドスライダに設けられた少なくとも1つのダミー端子パッドと、

前記サスペンション上又は前記配線部材上に設けられた少なくとも1つのダミー接続パッドと、

前記ダミー端子パッドと前記ダミー接続パッドとを接続する接続手段とを備えたことを特徴とする磁気ヘッド装置。

16. 前記接続手段が、導電性がある金属の溶融結合であることを特徴とする請求項15に記載の磁気ヘッド装置。

17. 前記接続手段が、半田溶融結合であることを特徴とする請求項15に記載の磁気ヘッド装置。

18. 前記ダミー端子パッドが、前記磁気ヘッドスライダの前記複数の端子パッドが形成されている側とは反対側に形成されていることを特徴とする請求項15に記載の磁気ヘッド装置。

#### ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

磁気ヘッド装置の製造方法は、磁気ヘッドスライダの端子パッドと磁気ヘッドスライダと電氣的に接続する配線部材の接続パッドとにレーザを照射するプレヒーティングステップと、プレヒーティング中又はプレヒーティング後に、端子パッドと接続パッドとを接続する導電性金属材料を供給する供給ステップと、導電性金属材料にレーザを照射して端子パッドと接続パッドとを金属溶融結合する結合ステップとを備えている。